

Patent Abstracts of Japan

AG

Docket # 3442  
Inv. T. Kawase et al.  
SN: 081843, 124

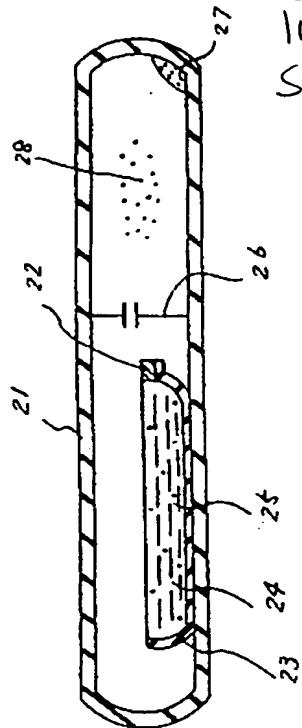
PUBLICATION NUMBER : 60210599  
 PUBLICATION DATE : 23-10-85

APPLICATION DATE : 03-04-84  
 APPLICATION NUMBER : 59066297

APPLICANT : NEC CORP;

INVENTOR : TSUJI TSUTOMU;

INT.CL. : C30B 31/04 H01L 21/02 H01L 21/208

TITLE : METHOD FOR GROWING  
SEMICONDUCTING GAAS CRYSTAL

ABSTRACT : PURPOSE: To obtain a GaAs ingot crystal having a uniform C concn. over the whole crystal by doping a composition consisting of Ga, As and a very small amount of C with a controlled amount of oxygen and by crystallizing a GaAs ingot.

CONSTITUTION: A reaction tube 21 is heated to  $\geq 1,250^{\circ}\text{C}$  so as to melt Ga-As melt 24 and powdery C25 filled into a boat 23, and As vapor is generated by heating powdery As 27 to  $610^{\circ}\text{C}$ . The temp. of the melt 24 is then reduced to  $1,050\text{--}1,200^{\circ}\text{C}$  from the side of a seed crystal 22 to grow GaAs ingot crystal little by little. This ingot crystal has  $\geq 4 \times 10^7 \Omega\text{-cm}$  specific resistance and contains  $1 \times 10^{15} \text{ cm}^{-3}$  Si,  $1 \times 10^{15} \text{ cm}^{-3}$  C and  $3 \times 10^{16} \text{ cm}^{-3}$  oxygen as impurities. Even when similar conditions during ion implantation are applied to all of crystal substrates obt. by slicing the ingot crystal, ion implanted layers having the same free electron concn. can be formed with high reproducibility.

COPYRIGHT: (C) JPO

## ④公開特許公報 (A) 昭60-210599

④Int.Cl.\*

C 30 B 31/04  
H 01 L 21/02  
21/208

識別記号

厅内整理番号

6542-4G  
7168-5F  
7739-5F

④公開 昭和60年(1985)10月23日

審査請求 未請求 発明の数 1 (全4頁)

④発明の名称 半絶縁性GaAs結晶の成長方法

④特 願 昭59-66297

④出 願 昭59(1984)4月3日

④発明者 辻 力 東京都港区芝5丁目33番1号 日本電気株式会社内  
④出願人 日本電気株式会社 東京都港区芝5丁目33番1号  
④代理人 弁理士 内原晋

## 明細書

## 1. 発明の名称

半絶縁性GaAs結晶の成長方法

## 2. 特許請求の範囲

GaAsインゴット結晶の成長に際して、Ga<sub>2</sub>As及び微量のSiからなる焼成物に制御された量の酸素をドープしてGaAsインゴット結晶を成長させることを特徴とする半絶縁性GaAs結晶の成長方法。

## 3. 発明の詳細な説明

## (産業上の利用分野)

本発明は半絶縁性GaAsインゴット結晶の成長方法に関するものである。

## (従来技術)

半絶縁性GaAsインゴット結晶は、GaAs電界位を形成するCrを意図的に添加していた。この効果トランジスタ、GaAs表面回路、さらには光電子表面回路などの結晶基板として使われる。このときのCr体積はCrによる補償中心の密度がSi電子表面回路などの結晶基板として使われる。

これらの半導体装置において、半絶縁性GaAs結晶基板は能動素子、効率素子、配線金属などを絶縁分離する役割を果している。このために半絶縁性GaAs結晶に要求されている比抵抗は10<sup>10</sup>Ω·cm以上とされている。

不純物を意図的に添加せずに成長したGaAsインゴット結晶では、結晶を成長させる際に用いる石英るつばや、GaAsの原料であるGaやAsなどをから投入するSiやSなどの不純物による汚染は避けられなく、これらの不純物は少なくとも10<sup>18</sup>cm<sup>-3</sup>以上、多い場合には10<sup>19</sup>cm<sup>-3</sup>程度含まれている。これらSiやSはGaAs結晶において浅いドナー不純物単位を形成するために、低抵抗のN型GaAs結晶しかできない。

そこで、従来は前記のSiやSなどによる浅いドナー単位を補償して高抵抗にすべく、GaAsインゴット結晶の成長に際して、深いアクセプタ単位を形成するCrを意図的に添加していた。このときのCr体積はCrによる補償中心の密度がSiやSなどで生じた浅いドナー単位密度以上になる

2156

ようにする必要があった。このCr 加入量は、Cr の偏析係数が  $6 \times 10^{-4}$  と極めて小さいので、シード側はどのCr 含量が低くなることを考慮して決める必要があり、過剰は過剰な量のCr を添加していた。

#### (従来技術の問題)

しかしながら、このような極めて小さな偏析係数を行するジンゴットとして浅いドナー単位を補償する方法には、次の難点があった。すなわち、インゴット結晶から切り出したUaAs 結晶基板では、その切り出しがによってCr 含量が異なることがある。別な表現をするとCr の過剰な量がUaAs 結晶基板ごとに異なることは避けられなかつた。従って、このような結晶基板のすべてで同一の自由電子密度を得るためにには、例えば、Si のイオン注入を行なう前に、Cr の過剰の程度に応じて注入条件を設定しなければならない煩わしさがあつた。

#### (発明の目的)

本発明の目的は、上記の問題を解消することに

より、インゴット結晶から切り出した結晶基板のすべてに、不純物のイオン注入条件として同一の注入条件を用いても同一の自由電子密度を再現性良く得ることのできる半導体性UaAs 結晶の成長方法を提供することにある。

#### (発明の構成)

本発明の半導体性UaAs 結晶の成長方法は、UaAs インゴット結晶の成長に際して、Ua<sub>2</sub>As 及び微細のじからなる融融物に、熱処理された前の酸素をドープしてGaAs インゴット結晶を成長させることから構成される。

#### (本発明の原理)

次に、本発明の目的たる自由電子密度の制御の方法とその原理について説明する。

前記のSi, S などの浅いドナー不純物による単位をN<sub>A</sub>、意図的にドープしたじによる深いアクセプタ不純物、酸素による深いドナー不純物による単位密度をそれぞれN<sub>D</sub>, N<sub>O</sub> とし、さらに動作層を形成すべくドープしたSn などによるドナー単位密度をN<sub>D'</sub> すると、形成された動作層の電子濃

度nはN<sub>D'</sub> とは独立だ。

$$n = N_{D'} - (N_A - N_D) \quad \dots \dots \dots (1)$$

で表される。現在の結晶成長技術ではN<sub>D</sub>を $5 \times 10^{14} \text{ cm}^{-3}$  以下に抑えられることができ、このN<sub>D</sub> の大きさはN<sub>D'</sub> の $1 \sim 3 \times 10^{17} \text{ cm}^{-3}$  以上になると相似できるから(1)式は

$$n = N_{D'} - N_A \quad \dots \dots \dots (2)$$

と表現してもさしつかえない。

(2)式からわかることはロジカルにするにはN<sub>A</sub> を制御する、すなわち深いアクセプタのじの密度を制御するといふことである。C以外にMg, Be, Mn なども考えられるが、GaAs Cに対する偏析係数は0.8で1に近い。反対にCにはCr, Mn などとは違ってインゴット結晶の成長方向に対しても均一に取り込まれる特徴がある。

次に、じの密度の制御法について述べる。じの密度は通常で $3000 \text{ UC}$  以上で、UaAs の融融物中には好んで、かつ、融融物中に溶け込む前の初期が現実には困難であった。しかし、UaAs 結晶中に取り込まれるじの密度が酸素の量によって制御さ

れるという発見に从ついて前記の出発であるじの密度の制御の难しさを解消できることがわかつた。このことを第1図(a), (b)を用いて説明する。第1図(a)は融融物中の酸素のモル比を横軸に、結晶中に取り込まれた酸素の密度を縦軸に示したもので、第1図(b)はUaAs 結晶に取り込まれた酸素の密度に対するUaAs 結晶に取り込まれたCの密度を示す結果である。第1図(a), (b)から、UaAs 結晶中のCの密度は、融融物中の酸素のモル比で制御されることがわかつた。

#### (実施例)

次に、本発明の実施例を図面を用いて説明する。

第2図は本発明の一実施例に用いられる成長炉の装置を示す断面図である。この成長炉は、石英管の反応管21の一方の端に、半結晶22とAs<sub>2</sub>O<sub>3</sub> を含むUa<sub>2</sub>As の融融物24と、微量の粉末C25を入れた熱合成法強化ボロン管のポート23を配置し、舷壁パリア26をへだてて反応管21の他方の端に粉末As27を蓄いたポート成長法の内で

構成される。粉末C 2 5 の中にUa,As の組成物に対し 150 wt. ppm 程度以上、粉末As 2 7 の量は成形中にAs の平衡蒸気圧が保持できる程度の量であれば良い。なお、As<sub>2</sub>O<sub>3</sub> として添加した酸素の量は、本実施例ではモル比で  $1.85 \times 10^{-6}$  である。

まず、ポート2 3 に入れたUa,As の組成物2 4 と粉末C 2 5 が密接するように 1250°C 以上に反応管2 1 を加熱し、さらに粉末As 2 7 を 610°C に加熱して、As 蒸気2 8 を発生させる。次に、融成物の温度を粉末2 2 から 1050~1200°C に下げて UaAs インゴット結晶を少しずつ成長させる。

このようにして成長した UaAs のインゴット結晶は、比抵抗が  $4 \times 10^{-2} \Omega \cdot \text{cm}$  以上もあり、不純物濃度としては Si が  $1 \times 10^{15}$  , C が  $6 \times 10^{15} \text{ cm}^{-3}$  , 鉄素が  $3 \times 10^{16} \text{ cm}^{-3}$  であった。また C に近い C の偏折係数を反映して C の濃度はインゴット結晶の成長方向に均一に分布していた。

その結果、本実施例になる UaAs インゴット結

晶から切り出した結晶基板のすべてに対して、同一のイオン注入条件を適用してもすべて同じ自由電子濃度をもったイオン注入層を再現性良く得ることができた。

なお、本発明における制御された試料の酸素のドープ方法としては、実施例で述べた As<sub>2</sub>O<sub>3</sub> を用いる方法の他に、酸素を直接に反応管内に導入する方法、あるいは Ga<sub>2</sub>O<sub>3</sub> を用いる方法などがあるが、酸素のドープ方法によって本発明が制約されることは無い。また、実施例で用いたポート成長法のみならず引き上げ法に対しても本発明が適用できることはいうまでもない。

#### (発明の効果)

以上、詳細説明したとおり、本発明によれば、 Ga,As 及び微量の C からなる融成物中に、制御された量の酸素をドープして UaAs インゴット結晶を成長させることにより、インゴット結晶全体にわたり C 濃度が均一である UaAs インゴット結晶が得られるので、インゴット結晶から切り出した結晶基板のすべてに、不純物のイオン注入条件

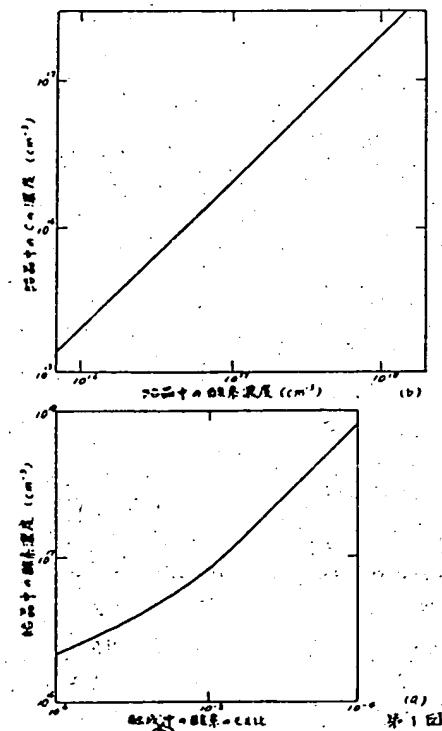
として同一の注入条件を適用しても同一の自由電子濃度を再現性良く得ることのできる半導体性 UaAs 結晶の成長方法が得られる。

#### 4. 図面の簡単な説明

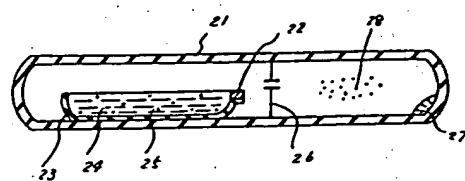
第1図(a),(b)は本発明における成長制御方法の原理を説明するための特性図、第2図は本発明の一実施例で用いられる成長炉の装置を示す断面図である。

2 1 ……反応管、2 2 ……母結晶、2 3 ……ポート、2 4 ……As<sub>2</sub>O<sub>3</sub> を含む Ua,As の組成物、2 5 ……粉末 C、2 6 ……伝熱バリア、2 7 ……粉末 As、2 8 ……As 蒸気。

代理人 沢村士 内 員 聞



第1図



第2回

2155